

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2002 (12.12.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/099300 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16D 1/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02038

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juni 2002 (05.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 27 767.9 7. Juni 2001 (07.06.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LUK FAHRZEUG-HYDRAULIK GMBH & CO. KG [DE/DE]; Georg-Schaeffler-Strasse 3, 61352 Bad Homburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): AGNER, Ivo [DE/DE]; Am Römischen Hof, 61352 Bad Homburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

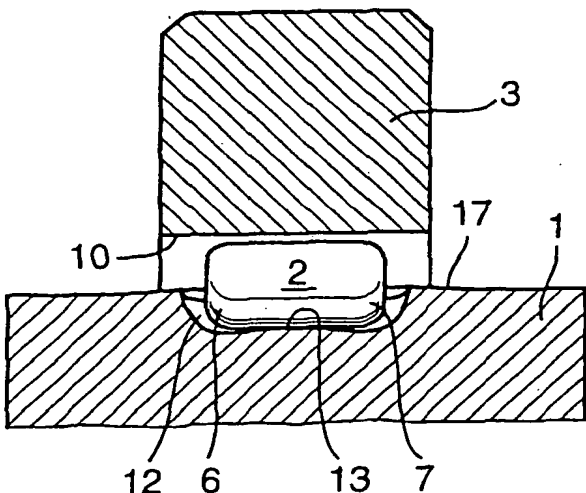
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SHAFT-HUB CONNECTION

(54) Bezeichnung: WELLEN-NABEN-VERBINDUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a shaft-hub connection for transferring a torque between a shaft (1) and a hub (3) with the aid of at least one drive element (2). In order to enable a torque transfer which is practically resistant to wear, even under the effect of transversal forces, the contact surface between the shaft and the hub and/or between the shaft and the drive element and/or between the hub and the drive element is minimised in the axial direction thereof.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Wellen-Naben-Verbindung zur Übertragung eines Drehmoments zwischen einer Welle (1) und einer Nabe (3) mit Hilfe mindestens eines Mitnehmerelements (2). Um auch unter Querkrafteinwirkung eine nahezu verschleissfreie Übertragung von Drehmomenten zu ermöglichen, ist die Berührfläche zwischen der Welle und der Nabe und/oder zwischen der Welle und dem Mitnehmerelement und/oder zwischen der Nabe und dem Mitnehmerelement in axialer Richtung minimiert.

WO 02/099300 A1

THIS PAGE BLANK (USP 10)

Wellen-Naben-Verbindung

Die Erfindung betrifft eine Wellen-Naben-Verbindung zur Übertragung eines Drehmoments zwischen einer Welle und einer Nabe mit Hilfe mindestens eines Mitnehmerelements. Das Mitnehmerelement kann zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet oder in die Welle oder Nabe integriert sein. Die Wellennut und die Nabennut können im Wesentlichen in Richtung der Längsachse der Welle angeordnet sein und jeweils einen Nutgrund aufweisen, von dem zwei Nutflanken ausgehen. Die Erfindung betrifft auch eine Pumpe und eine Flügelzellenmaschine mit einem durch eine Antriebswelle angetriebenen Rotor, der innerhalb eines Hubrings zwischen zwei Seitenflächen drehbar angeordnet ist und in dessen Umfangsfläche über die gesamte Breite sich erstreckende, im Wesentlichen radial verlaufende Schlitze eingebracht sind, in denen Flügel radial verschiebbar gelagert sind. Die Erfindung betrifft auch eine einhubige Flügelzellen-Getriebepumpe in Wandlerbauweise, mit einem Pumpengehäuse, in dem eine Wandlerhalswelle zum Antrieb eines Rotors durch eine Gleitlagerbuchse drehbar gelagert ist.

Bei herkömmlichen Wellen-Naben-Verbindungen werden zum Beispiel Passfedern als Mitnehmerelemente verwendet. Herkömmliche Passfedern ermöglichen zwar eine axiale Verschiebung der Nabe relativ zu der Welle, nicht aber ein Verkippen der Nabe relativ zur Welle, das unter der Einwirkung von Querkraften auf die Nabe auftreten kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Wellen-Naben-Verbindung zu schaffen, die auch unter Querkrafteinwirkung eine nahezu verschleißfreie Übertragung von Drehmomenten und eine axiale Verschiebung der Nabe relativ zur Welle ermöglicht.

Die Aufgabe ist bei einer Wellen-Naben-Verbindung zur Übertragung eines Drehmoments zwischen einer Welle und einer Nabe mit Hilfe mindestens eines Mitnehmerelements dadurch gelöst, dass die Berührfläche zwischen der Welle und der Nabe und/oder zwischen der Welle und dem Mitnehmerelement und/oder zwischen der Nabe und dem Mitnehmerelement in axialer Richtung minimiert sind/ist. Durch die Berührung

der jeweiligen Partner und eine entsprechende Krafteinleitung wird die Übertragung eines Drehmoments gewährleistet. Die Minimierung der Berührfläche ermöglicht im Idealfall eine punktförmige oder zumindest linienförmige Berührung zwischen den jeweiligen Partnern. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die jeweiligen Partner relativ zueinander bewegen können. Somit sind die Funktionen Drehmomentübertragung und Querkraftaufnahme voneinander getrennt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein kraftübertragendes Element eine konvex gekrümmte Berührfläche aufweist.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Welle im Bereich der Nabe an ihrem Umfang ballig ausgebildet oder durch Fasen an ihrem Umfang freigestellt ist. Dadurch wird ein Kippen der Nabe relativ zur Welle ermöglicht. Die Balligkeit der Welle dient dazu, die Berührfläche zwischen der Welle und der Nabe auf eine schmale Berührlinie zu reduzieren. Die sich daraus ergebende Freistellung ermöglicht ein Verkippen der Nabe auch beim Auftreten von Querkraften. Die Fase dient ebenfalls dazu, die Berührfläche zwischen der Nabe und der Welle auf eine schmale Berührlinie zu reduzieren, über welche die Querkraften übertragen werden. Die sich durch die Fase ergebende Freistellung ermöglicht ein Verkippen der Nabe auch beim Auftreten von Querkraften.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Nabe an ihrem inneren Umfang ballig ausgebildet oder durch Fasen an ihrem inneren Umfang freigestellt ist. Die Nabe ist also an ihrem inneren Umfang, im Längsschnitt betrachtet, im Wesentlichen konvex gekrümmt ausgebildet. Dadurch wird ein Kippen der Nabe relativ zur Welle ermöglicht. Die Balligkeit der Nabe dient dazu, die Berührfläche zwischen der Welle und der Nabe auf eine schmale Berührlinie zu reduzieren. Die sich daraus ergebende Freistellung ermöglicht ein Verkippen der Nabe auch beim Auftreten von Querkraften. Die Fase dient ebenfalls dazu, die Berührfläche zwischen der Nabe und der Welle auf eine schmale Berührlinie zu reduzieren, über welche die Querkraften übertragen werden. Die sich durch die Fase erge-

bende Freistellung ermöglicht ein Verkippen der Nabe auch beim Auftreten von Querkraften.

Bei einer Wellen-Naben-Verbindung, bei der das Mitnehmerelement zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet ist, wobei die Wellennut und die Nabennut im Wesentlichen in Richtung der Längsachse der Welle angeordnet sind, ist die oben angegebene Aufgabe dadurch gelöst, dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines Kreiszylinders aufweist und dass die Wellennut zumindest in dem Bereich, an dem das Mitnehmerelement bei der Drehmomentübertragung anliegt, ballig ausgebildet ist. Durch die ballige Ausbildung der Wellennut wird ein Verkippen des Mitnehmerelements relativ zur Welle und umgekehrt ermöglicht.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Berührungspunkt zwischen der Wellennut und dem Mitnehmerelement nahezu mittig angeordnet ist. Durch die in sich symmetrische Ausbildung der Wellennut und des Mitnehmerelements werden zusätzliche Kippmomente vermieden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wellennut einen Nutgrund aufweist, von dem zwei Nutflanken ausgehen, wobei die Nutflanken und der Nutgrund der Wellennut in den Bereichen, an denen das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet sind. Durch die daraus resultierende knochenförmige Ausbildung der Wellennut werden auch bei der Übertragung eines Drehmoments Kippbewegungen der Nabe relativ zur Welle und umgekehrt in allen Winkelpositionen ermöglicht. Wenn in radialer Richtung zwischen dem Nutgrund und dem Mitnehmerelement ein ausreichendes Spiel vorhanden ist, kann der Nutgrund auch eben ausgebildet sein.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines

Kreiszyinders aufweist, dessen Mantelfläche ballig ausgebildet ist. Durch die ballige Ausbildung des Mitnehmerelements wird ein Verkippen des Mitnehmerelements relativ zur Welle und umgekehrt ermöglicht. Die Flächen, an denen das Mitnehmerelement zur Anlage kommt, können eben oder ballig ausgebildet sein.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines Kreiszyinders aufweist und die Nabennut in dem Bereich, an dem das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet ist. Durch die ballige Ausbildung der Nabennut wird ein Verkippen des Mitnehmerelements relativ zur Nabe und umgekehrt ermöglicht.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Berührungspunkt zwischen der Nabennut und dem Mitnehmerelement nahezu mittig angeordnet ist. Durch die in sich symmetrische Ausbildung der Nabennut und des Mitnehmerelements werden zusätzliche Kippmomente vermieden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut jeweils einen Nutgrund aufweist, von dem zwei Nutflanken ausgehen, wobei der Nutgrund und die Nutflanken der Nabennut in den Bereichen, an denen das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet sind. Durch die daraus resultierende knochenförmige Ausbildung der Nabennut werden Kippbewegungen der Nabe relativ zur Welle und umgekehrt in allen Winkelpositionen ermöglicht. Durch die ballige Ausbildung des Nutgrunds kann die Position des Mitnehmerelements festgelegt werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form einer Kugel aufweist. Durch die kugelige Ausbildung des Mitnehmerelements wird ein Verkippen des Mitnehmerelements relativ zur Welle und umgekehrt ermöglicht. Dadurch werden die Funktionen Querkraftaufnahme, welche über die Balligkeit oder die Freistellung

an der Welle oder der Nabe erfolgt, und Drehmomentübertragung voneinander getrennt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut und die Wellennut im Querschnitt im Wesentlichen die Form eines Halbkreises aufweisen, wobei die Enden des Halbkreises der Wellennut und/oder der Nabennut tangential in eine

Gerade oder in einen Kreisbogen mit zunehmendem Radius übergehen. Durch die daraus resultierende trichterförmige Erweiterung des Auslaufs der Wellennut wird erreicht, dass das zumindest im Querschnitt vorzugsweise runde Mitnehmerelement bei der Übertragung eines Drehmoments von der Welle auf die Nabe einen geringen Weg aus der Wellennut herausrollt beziehungsweise -rutscht und sich an die Nabennut anlegt. Somit wird die Position des Mitnehmerelements drehmomentzentriert. Dadurch wird die Scherbelastung des Mitnehmerelements im günstigsten Fall bis auf Null reduziert, die ansonsten zu einer elastischen oder sogar plastischen Aufwölbung der Nutkanten führen könnte. Die Krafteinleitungsstelle zwischen dem Mitnehmerelement und der Wellennut ist punktförmig ausgebildet und vom Umfang der Welle beabstandet; der Mitnehmer ist im Wesentlichen nur noch druckkraftbelastet.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut und/oder die Wellennut einen im Wesentlichen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Der trapezförmige Querschnitt liefert im Wesentlichen dieselben Vorteile wie das vorab beschriebene Ausführungsbeispiel.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement als Nase ausgebildet ist, deren Ausdehnung in Längsrichtung der Welle klein im Verhältnis zu der Ausdehnung der Nabe in der gleichen Richtung ist. Die Nase kann entweder an der Welle oder der Nabe ausgebildet sein und greift in eine an dem jeweiligen Partner vorgesehene Ausnehmung, um ein Drehmoment zwischen der Welle und der Nabe zu übertragen. Durch die geringe Dicke der Nase und eine eventuell zusätzlich vorgesehene Freistellung der Na-

se wird ein Verkippen des Rotors relativ zur Welle und umgekehrt ermöglicht, ohne dass nennenswerte Gegendrehmomente durch die Mitnahme auftreten.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement ein ringförmiges Einlegeteil umfasst, an dem mindestens eine erste Nase, die mit einem an der Welle ausgebildeten Widerlager zusammenwirkt, und mindestens eine zweite Nase ausgebildet ist, die mit einem an der Nabe ausgebildeten Widerlager zusammenwirkt. Das Widerlager kann zum Beispiel von einer Fläche einer im Querschnitt im Wesentlichen rechteckförmigen Ausnehmung gebildet werden.

Die vorab beschriebene Wellen-Naben-Verbindung eignet sich besonders zur Anwendung in Pumpen oder fluidisch angetriebenen Motoren, insbesondere Flügelzellenpumpen oder -motoren, Zahnradpumpen oder -motoren oder Rollenzellenpumpen oder -motoren.

Bei einer Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, mit einem durch eine Antriebswelle angetriebenen Rotor, der innerhalb eines Hubrings zwischen zwei Seitenflächen drehbar angeordnet ist und in dessen Umfangsfläche über die gesamte Breite sich erstreckende, im Wesentlichen radial verlaufende Schlitze eingebracht sind, in denen Flügel radial verschiebbar gelagert sind, ist die Antriebswelle vorzugsweise über eine vorab beschriebene Wellen-Naben-Verbindung mit dem Rotor koppelbar. Flügelzellenpumpen der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Im Betrieb einer solchen Flügelzellenpumpe kann infolge einer ungleichmäßigen Druckbeaufschlagung eine Querkraft auf den Rotor wirken. Toleranzen zwischen den Bauteilen Rotor, Seitenplatten und Welle machen es notwendig, dass auch unter Querkraft eine Kippbewegung des Rotors möglich ist und dabei die Querkraft noch linienförmig auf einem Teil einer Umfangslinie zwischen Rotor und Welle übertragen werden kann. Dadurch ist die Flächenpressung durch die Querkraft wesentlich geringer als bei einer üblichen Verzahnung, und damit wird auch die Gefahr einer sogenannten Pittingbildung verringert. Durch die erfindungsgemäße Wellen-Naben-Verbindung wird die Querkraft und das Pumpendrehmoment auf den Rotor übertragen und gleichzeitig eine axiale Verschiebung und/oder ein Ver-

kippen des Rotors relativ zur Antriebswelle zugelassen. Dadurch können enge Spiele zwischen dem Rotor und dem Hubring realisiert werden, die einen hohen volumetrischen Wirkungsgrad sicherstellen. Darüber hinaus gewährleistet die erfindungsgemäße Wellen-Naben-Verbindung die Kompensation einer im Betrieb auftretenden Verformung der Seitenflächen. Die Seitenflächen können zum Beispiel von einer Druckplatte und einer Gehäuseabschlussplatte dargestellt werden.

Bei einer Flügelzellenpumpe in Wandlerbauweise, mit einem Pumpengehäuse, in dem zum Beispiel eine Wandlerhalswelle zum Antrieb eines Rotors durch eine Gleitlagerbuchse drehbar gelagert ist, ist es vorteilhaft, dass die Gleitlagerbuchse aus dem Pumpengehäuse in eine Zylindersenkung ragt, die am Innendurchmesser des Rotors vorgesehen ist, und dass die Wandlerhalswelle über eine vorab beschriebene Wellen-Naben-Verbindung mit dem Rotor koppelbar ist. Die Verlängerung der Gleitlagerbuchse ermöglicht eine Vorzentrierung des Rotors und damit eine Montage der Flügelzellen-Getriebepumpe, ohne dass die Wandlerhalswelle in der Pumpe angeordnet ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Wellen-Naben-Verbindung mit einem Mitnehmerelement im Längsschnitt;
- Figur 2 die Welle aus Figur 1 mit eingebautem Mitnehmerelement in der Draufsicht;
- Figur 3 die Darstellung eines Querschnitts durch die Wellen-Naben-Verbindung aus Figur 1 im unbelasteten Zustand;
- Figur 4 die Darstellung eines Querschnitts durch die Wellen-Naben-Verbindung aus Figur 1 im belasteten Zustand;

- Figur 5 ein zweites Ausführungsbeispiel der Wellen-Naben-Verbindung mit einem ballig ausgebildeten Mitnehmerelement im Längsschnitt;
- Figur 6 die Welle aus Figur 5 mit eingebautem Mitnehmerelement in der Draufsicht;
- Figur 7 die Darstellung eines Querschnitts durch die Wellen-Naben-Verbindung aus Figur 5 im unbelasteten Zustand;
- Figur 8 die Darstellung eines Querschnitts durch die Wellen-Naben-Verbindung aus Figur 5 im belasteten Zustand;
- Figur 9 die Darstellung eines Schnitts in Längsrichtung der Antriebswelle durch eine Flügelzellenpumpe;
- Figur 10 eine vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis 43 markierten Ausschnitts in Figur 9 gemäß einer ersten Ausführungsvariante;
- Figur 11 die vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis 43 markierten Ausschnitts in Figur 9 gemäß einer zweiten Ausführungsvariante;
- Figur 12 die Ansicht eines Schnitts entlang der Linie XII-XII in Figur 9, wobei die Blickrichtung durch Pfeile angegeben ist; und
- Figur 13 die vergrößerte Darstellung eines durch einen Kreis 60 markierten Ausschnitts in Figur 12.

In den Figuren 1 bis 4 ist eine Welle 1 dargestellt, die zur Drehmomentübertragung durch ein Mitnehmerelement 2 mit einer Nabe 3 gekoppelt ist. Bei der Welle 1 handelt es sich zum Beispiel um die Antriebswelle einer Pumpe, zum Beispiel einer Flügelzellenpumpe. Die Nabe 3 entspricht zum Beispiel dem Rotor einer Flügelzellenpumpe oder dem angetriebenen Zahnrad einer Zahnradpumpe.

Das Mitnehmerelement hat die Form eines Kreiszylinders, dessen Enden 6 und 7 abgerundet sind. Das Mitnehmerelement 2 ist nabenseitig etwa zur Hälfte in einer Nut 10 aufgenommen, die in axialer Richtung am inneren Umfang der Nabe 3 verläuft. Die Nabennut 10 hat, wie man in den Figuren 3 und 4 sieht, einen halbkreisförmigen Querschnitt.

Wellenseitig ist das Mitnehmerelement 2 etwa zur Hälfte in einer Nut 12 aufgenommen, die in axialer Richtung am äußeren Umfang der Welle 1 aufgenommen ist. In Figur 1 sieht man, dass der Nutgrund 13 der Wellennut 12 im Querschnitt konvex gekrümmt ausgebildet ist. In Figur 2 sieht man, dass die Nutflanken 14 und 15 der Wellennut 12 ebenfalls konvex gekrümmt ausgebildet sind. Durch die konvexe Krümmung des Nutgrundes 13 und der Nutflanken 14 und 15 bekommt die Wellennut 12 die Gestalt eines in Längsrichtung durchgeschnittenen Knochens. An den konvex gekrümmten Bereichen der Wellennut 12 liegt das Mitnehmerelement 2 an.

Durch die gleichmäßig über den Umfang verteilte konvexe Krümmung der Wellennut 12 wird erreicht, dass die Wellennut 12 in der Mitte ballig ausgebildet ist. Die ballige Ausbildung der Wellennut 12 ermöglicht, dass das Mitnehmerelement 2 in beliebige Richtungen kippen kann.

In den Figuren 3 und 4 sieht man, dass es sich bei der Nabe 3 um den Rotor einer Flügelzellenpumpe handelt. In der Nabe 3 sind Schlitze 20 und 21 ausgebildet, die in radialer Richtung verlaufen und zur Aufnahme von (nicht dargestellten) Flügeln dienen. In Figur 3 ist die Welle 1 nicht angetrieben. Wie man sieht, ist zwischen dem Mitnehmerelement 2 und der Nabennut 10 ein geringes Spiel vorhanden. Außerdem sieht man in

Figur 3, dass die Ausläufe 23 und 24 der Wellennut 12 im Querschnitt im Wesentlichen gerade oder auf einem Kreisbogen mit zunehmendem Radius verlaufen. Die Wellennut 12 kann gegebenenfalls auch einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Statt der Wellennut 12 kann auch die Nabennut 10 einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Dadurch ergibt sich im Bereich der Ausläufe 23 und 24 der Wellennut 12 zum Mitnehmerelement 2 hin jeweils ein sich nach außen erweiternder Spalt.

In Figur 4 ist dargestellt, was passiert, wenn die Welle 1 in Richtung eines Pfeils 26 angetrieben wird. Infolge des Antriebsmoments kommt der Berührungspunkt 27 der Wellennut 12 am Umfang des Mitnehmerelements 2 zur Anlage. Die zur Drehmomentübertragung erforderliche Kraft wird an dem Berührungspunkt 27 in das Mitnehmerelement 2 eingeleitet. Durch eine Linie 28 ist die Wirkungslinie der zur Drehmomentübertragung erforderlichen Kraft angedeutet. Durch einen Berührungspunkt 29 ist angedeutet, wo das Mitnehmerelement 2 die Nabennut 10 berührt. An dem Berührungspunkt 29 wird die zur Drehmomentübertragung erforderliche Kraft von dem Mitnehmerelement 2 in die Nabe 3 eingeleitet und bildet sich im Wesentlichen als reine Druckkraft im Mitnehmerelement 2 aus; Scherkräfte im Mitnehmerelement 2 werden minimiert.

Durch die im Wesentlichen geraden oder mit sich vergrößerndem Radius versehenen Ausläufe 23 und 24 der Wellennut 12 wird erreicht, dass das Mitnehmerelement 2 bei Übertragung eines Drehmoments aus dem Grund der Wellennut 12 um einen geringen Weg herausrollt beziehungsweise -rutscht und sich an der Nabennut 10 anlegt. Die Krafteinleitung von der Welle 1 in das Mitnehmerelement 2 erfolgt aufgrund der Balligkeit der Wellennut 12 punktförmig. Die Krafteinleitung von dem Mitnehmerelement 2 in die Nabe 3 erfolgt linienförmig, da sowohl das Mitnehmerelement 2 als auch die Nabennut 10 zylinderförmig beziehungsweise halbzylinderförmig ausgebildet sind. Aufgrund der Linienlast und aufgrund des günstigen Krafteinleitungswinkels in die Nabe 3 kann der Durchmesserunterschied zwischen dem Innendurchmesser der Nabe 3 und den Gründen der Schlitze 20, 21 klein gehalten werden, was eine kompakte Bauform der Flügelzellenpumpe ermöglicht.

Das als Kugel oder Zylinderrolle ausgebildete Mitnehmerelement verändert unter der Einwirkung eines Drehmoments seine Position, im Querschnitt betrachtet, so lange, bis die Kraftvektoren von Welle und Nabe auf einer Linie genau durch den Mittelpunkt des Mitnehmerelements verlaufen. Das ist genau dann der Fall, wenn die Normalen der Berührflächen an Welle und Nabe in einer Linie durch den Mittelpunkt des Kreiszylinders oder der Kugel gehen und der Berührungspunkt nicht auf der Nutkante liegt.

Wie man in den Figuren 1 und 2 sieht, ist die Welle 1 im Bereich der Nabe 3 mit einer Durchmessererweiterung 17 ausgestattet. Die Durchmessererweiterung 17 verläuft so, dass die Welle 2 im Bereich der Nabe 3 ballig ausgebildet ist. Da die Nabe 3 an ihrem inneren Umfang zylindrisch ausgebildet ist, kommt es im zusammengebauten Zustand zu einer linienförmigen Berührung zwischen der Welle 1 und der Nabe 3. Die Berührlinie ist zur Vermeidung zusätzlicher Kippmomente nahezu mittig angeordnet.

Die in den Figuren 5 bis 8 dargestellte Ausführungsform der Wellen-Naben-Verbindung ähnelt der in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsform. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den Figuren 1 bis 4 verwiesen wird. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird im Folgenden nur auf die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsbeispielen eingegangen.

In den Figuren 5 und 6 sieht man, dass die Welle 1 im Bereich der Nabe 3 durch die Durchmessererweiterung 17 ballig ausgebildet ist. Im Unterschied zu dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel sind der Nutgrund 13 und die Nutflanken 14 und 15 der Wellennut 12 jedoch nicht ballig, sondern gerade ausgebildet. Statt dessen ist das Mitnehmerelement 2, wie man in den Figuren 5 und 6 sieht, ballig ausgebildet, um ein Kippen der Nabe 3 relativ zur Welle 1 zu gewährleisten. Die Drehmomentübertragung ist in Figur 8 dargestellt und erfolgt in der gleichen Weise wie bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel; in Figur 7 ist die Pumpe noch wie in Figur 3 ohne Drehmomentübertragung dargestellt.

In den Figuren 9 bis 13 ist eine einhubige Flügelzellen-Getriebepumpe in Wandlerhalsbauweise dargestellt. Die in Figur 9 im Längsschnitt und in Figur 12 im Querschnitt dar-

gestellte Flügelzellenpumpe umfasst ein Gehäuse 30, das durch eine Gehäuseabschlussplatte 31 abgeschlossen ist. In dem Gehäuse 30 ist eine Wandlerhalswelle 33 mit Hilfe einer Gleitlagerbuchse 34 drehbar gelagert. An der Wandlerhalswelle 33 ist ein Wandlerhals 35 ausgebildet, der mit einem (nicht dargestellten) Wandlerpumpenrad gekoppelt werden kann, um die Wandlerhalswelle 33 in Drehung zu versetzen.

Koaxial und mit Spiel zu der Wandlerhalswelle 33 ist eine Statorwelle 37 angeordnet, die an der Gehäuseabschlussplatte 31 befestigt ist. An der zum Gehäuse 30 gewandten Seite der Gehäuseabschlussplatte 31 liegt ein Rotor 38 an, der drehfest mit der Wandlerhalswelle 33 verbunden ist. Der Rotor 38 ist innerhalb eines Hubrings 39 drehbar und liegt auf der von der Gehäuseabschlussplatte 31 abgewandten Seite an einer Druckplatte 40 an.

In dem in Figur 10 vergrößert dargestellten Ausschnitt 43 aus Figur 9 sieht man, dass die innere Umfangsfläche 45 des Rotors 38 konvex gekrümmt ausgebildet ist. Durch die konvexe Krümmung wird erreicht, dass die Nabe 38 relativ zu der Wandlerhalswelle 33 kippen kann. Die Übertragung eines Drehmoments von der Wandlerhalswelle 33 auf den Rotor 38 erfolgt durch einen Ring 44 mit einem im Wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt.

Die Gleitlagerbuchse 34 ragt in eine Zylindersenkung 46, die an dem inneren Umfang des Rotors 38 ausgebildet ist. Durch die Verlängerung der Gleitlagerbuchse 34 in die Zylindersenkung 46 hinein wird eine Vorzentrierung des Rotors 38 und damit eine Montage der Flügelzellenpumpe ermöglicht, ohne dass sich die Wandlerhalswelle 33 in dem Gehäuse 30 befindet.

In Figur 11 ist dargestellt, dass die innere Umfangsfläche 45 des Rotors 38 statt mit einer konvexen Krümmung auch mit zwei Fasen 51 und 52 ausgestattet sein kann. Die Fasen 51 und 52 gewährleisten in gleicher Weise wie die Krümmung, dass der Rotor 38 relativ zu der Wandlerhalswelle 33 kippen kann.

- 13 -

In dem in Figur 12 dargestellten Querschnitt der Flügelzellenpumpe sieht man, dass der Rotor 38 radiale Schlitze aufweist, in denen Flügel 54 und 55 radial verschiebbar aufgenommen sind. Die Flügel 54, 55 dienen zur Erzeugung der Pumpwirkung der Flügelzellenpumpe. Außerdem sieht man in Figur 12, dass an dem Ring 44 diametral gegenüberliegend zwei Paare Nasen 58, 59 und 61, 62 ausgebildet sind.

In dem in Figur 13 vergrößert dargestellten Ausschnitt 60 aus Figur 12 ist zu sehen, dass die Nase 61 an einer Anlagefläche 64 anliegt. Die Anlagefläche 64 gehört zu einer Ausnehmung 65 in der Wandlerhalswelle 33. Die Nase 62 liegt an einer Anlagefläche 68 an, die zu einer Ausnehmung 69 in dem Rotor 38 gehört. Die Nasen 61 und 62 sind wie die Nasen 58 und 59 in entgegengesetzter Richtung an dem Ring 44 ausgebildet. Durch die Nasen 58, 59 und 61, 62 wird die Übertragung eines Drehmoments von der Wandlerhalswelle 33 auf den Rotor 38 sichergestellt.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder den Zeichnungen offenbarte Merkmalskombinationen zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruchs durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen, in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen beziehungsweise Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten beziehungsweise Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patentansprüche

1. Wellen-Naben-Verbindung zur Übertragung eines Drehmoments zwischen einer Welle und einer Nabe mit Hilfe mindestens eines Mitnehmerelements, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührfläche zwischen der Welle und der Nabe und/oder zwischen der Welle und dem Mitnehmerelement und/oder zwischen der Nabe und dem Mitnehmerelement in axialer Richtung minimiert sind/ist.
2. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein kraftübertragendes Element eine konvex gekrümmte Berührfläche aufweist.
3. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle im Bereich der Nabe an ihrem äußeren Umfang ballig ausgebildet oder durch zwei Fasen an ihrem äußeren Umfang freigestellt ist.
4. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabe an ihrem inneren Umfang ballig ausgebildet oder durch zwei Fasen an ihrem inneren Umfang freigestellt ist.
5. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet ist, dass die Wellennut und die Nabennut im Wesentlichen in Richtung der Längsachse der Welle angeordnet sind, dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines Kreiszylinders aufweist und dass die Wellennut zumindest in dem Bereich, an dem das Mitnehmerelement bei der Drehmomentübertragung anliegt, ballig ausgebildet ist.
6. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührfläche zwischen der Wellennut und dem Mitnehmerelement nahezu mittig angeordnet ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellennut einen Nutgrund aufweist, von dem zwei Nutflanken ausgehen, wobei die Nutflanken und der Nutgrund der Wellennut in den Bereichen, an denen das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet sind.
8. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet ist, wobei die Wellennut und die Nabennut im Wesentlichen in Richtung der Längsachse der Welle angeordnet sind und jeweils einen Nutgrund aufweisen, von dem zwei Nutflanken ausgehen, und dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines Kreiszylinders aufweist, dessen Mantelfläche ballig ausgebildet ist.
9. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet ist, dass die Wellennut und die Nabennut im Wesentlichen in Richtung der Längsachse der Welle angeordnet sind, und dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form eines Kreiszylinders aufweist und die Nabennut in dem Bereich, an dem das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet ist.
10. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührfläche zwischen der Nabennut und dem Mitnehmerelement nahezu mittig angeordnet ist.
11. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut jeweils einen Nutgrund aufweist, von dem zwei Nutflanken ausgehen, wobei der Nutgrund und die Nutflanken der Nabennut in den Bereichen, an denen das Mitnehmerelement anliegt, ballig ausgebildet sind.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 17 -

12. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement zwischen der Welle und der Nabe teilweise in einer Wellennut und teilweise in einer Nabennut angeordnet ist, und dass das Mitnehmerelement im Wesentlichen die Form einer Kugel aufweist.
13. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut und die Wellennut im Querschnitt im Wesentlichen die Form eines Halbkreises aufweisen, wobei die Enden des Halbkreises der Wellennut und/oder der Nabennut tangential in eine Gerade oder in einen Kreisbogen mit zunehmendem Radius übergehen.
14. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nabennut und/oder die Wellennut einen im Wesentlichen trapezförmigen Querschnitt aufweisen.
15. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement als Nase ausgebildet ist, deren Ausdehnung in Längsrichtung der Welle klein im Verhältnis zu der Ausdehnung der Nabe in der gleichen Richtung ist.
16. Wellen-Naben-Verbindung, insbesondere nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Mitnehmerelement ein ringförmiges Einlegeteil umfasst, an dem mindestens eine erste Nase, die mit einem an der Welle ausgebildeten Widerlager zusammenwirkt, und mindestens eine zweite Nase ausgebildet ist, die mit einem an der Nabe ausgebildeten Widerlager zusammenwirkt.
17. Pumpe oder fluidisch angetriebener Motor, insbesondere Flügelzellenpumpe oder -motor, Zahnradpumpe oder -motor, oder Rollenzellenpumpe oder -motor, gekennzeichnet durch eine Wellen-Naben-Verbindung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
18. Flügelzellenmaschine, insbesondere Flügelzellenpumpe, mit einem durch eine Antriebswelle angetriebenen Rotor, der innerhalb eines Hubrings zwischen zwei Sei-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 18 -

tenflächen drehbar angeordnet ist und in dessen Umfangsfläche über die gesamte Breite sich erstreckende, im Wesentlichen radial verlaufende Schlitze eingebracht sind, in denen Flügel radial verschiebbar gelagert sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle über eine Wellen-Naben-Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 17 mit dem Rotor koppelbar ist.

19. Flügelzellenpumpe mit einem Pumpengehäuse, in dem zum Beispiel eine Wandlerhalswelle zum Antrieb eines Rotors durch eine Gleitlagerbuchse drehbar gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitlagerbuchse in eine Zylindersenkung ragt, die am Innendurchmesser des Rotors vorgesehen ist, und dass die Wandlerhalswelle über eine Wellen-Naben-Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 17 mit dem Rotor koppelbar ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/6

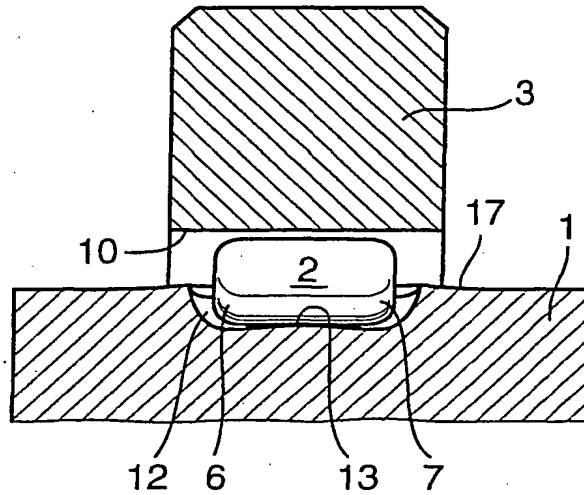


Fig. 1

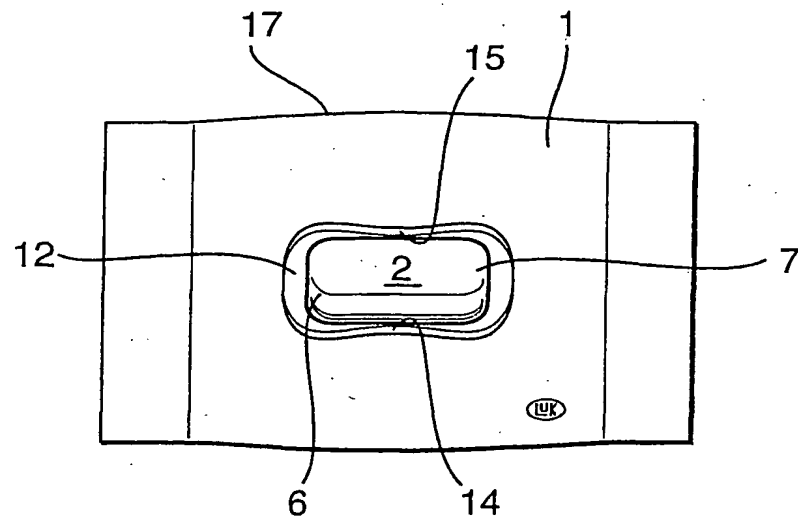
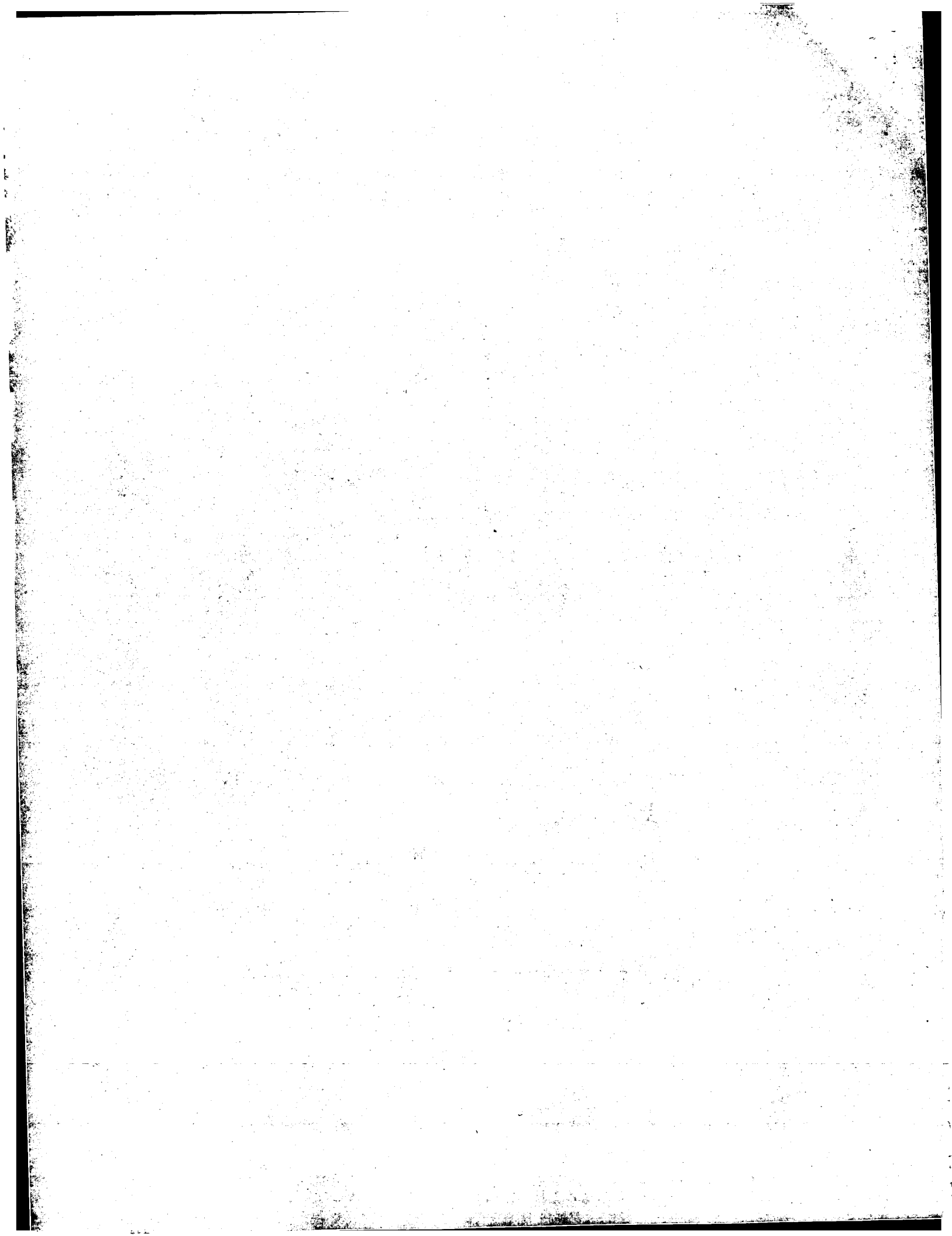


Fig. 2



2/6

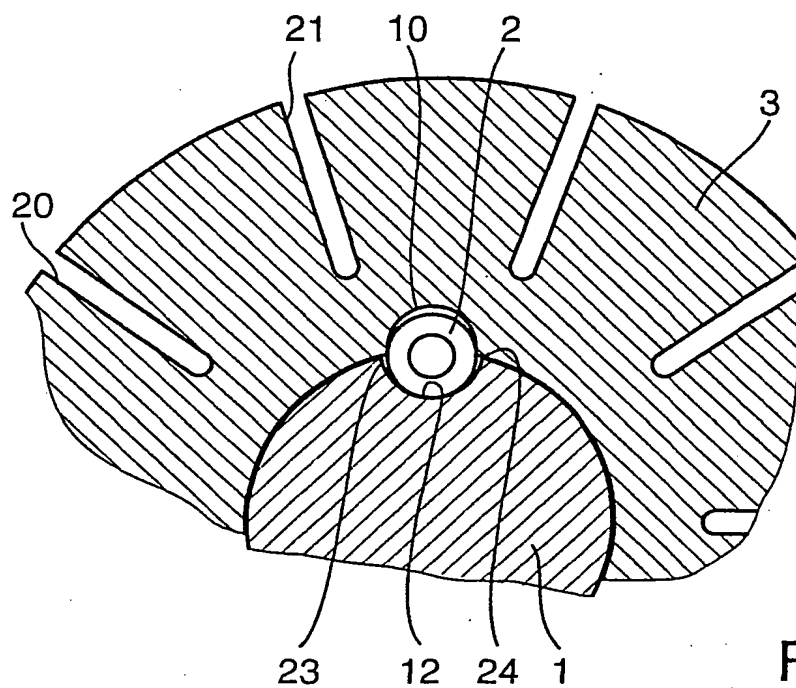


Fig. 3

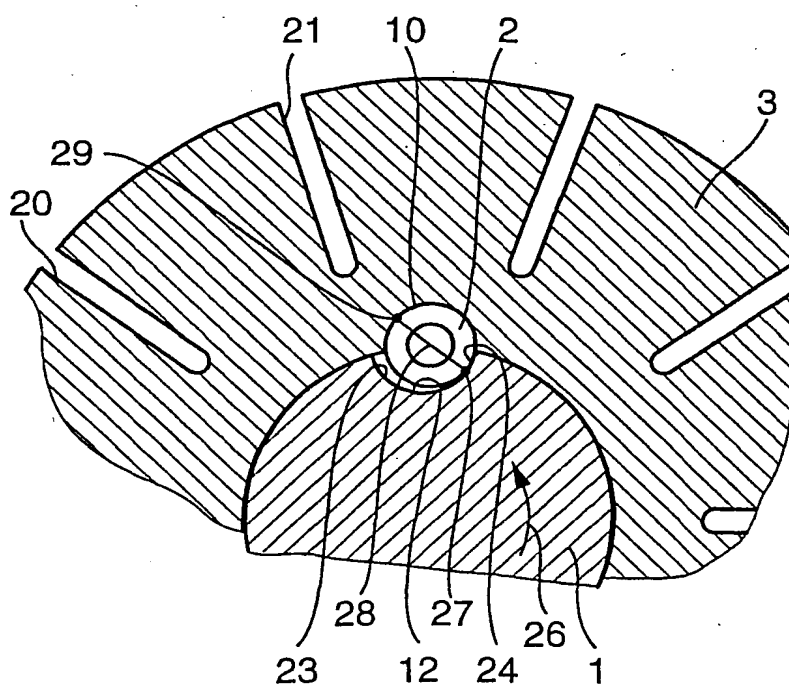


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/6

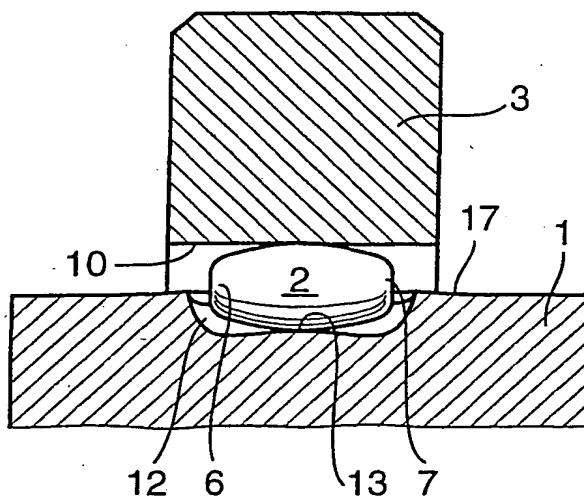


Fig. 5

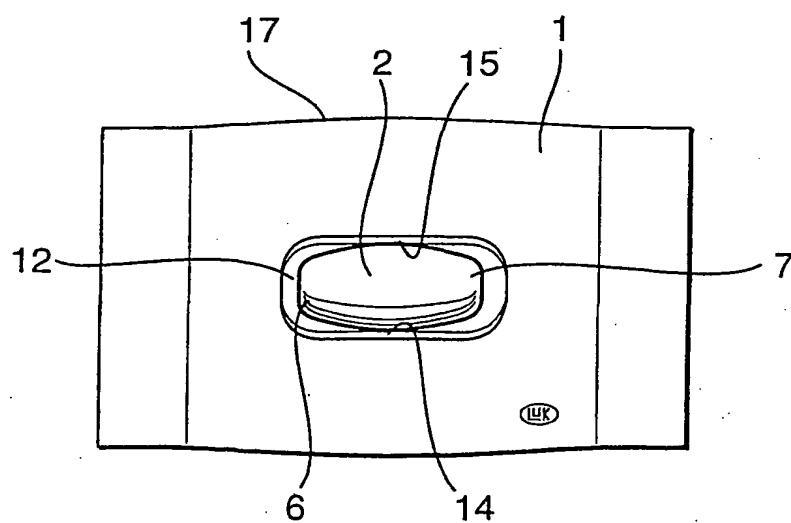


Fig. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/6

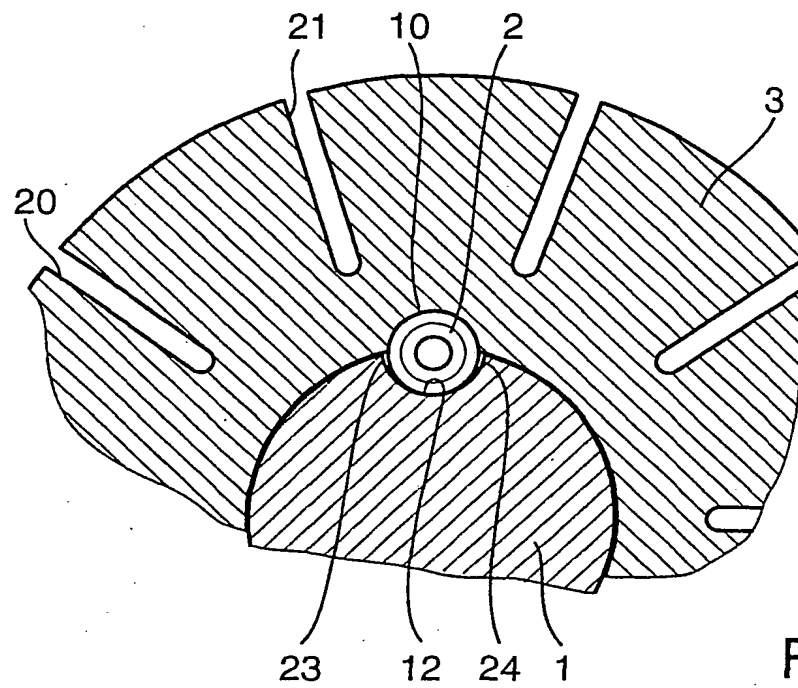


Fig. 7

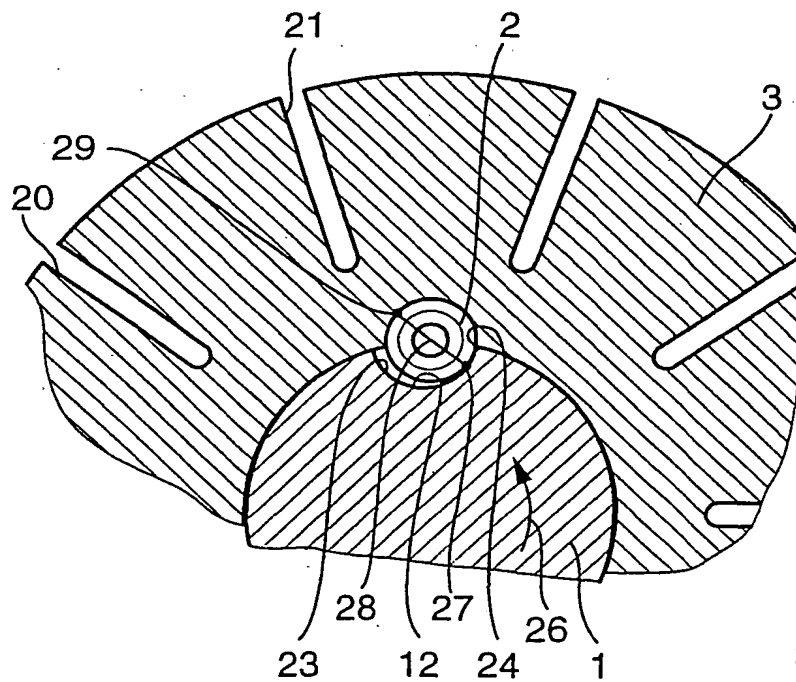


Fig. 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/6

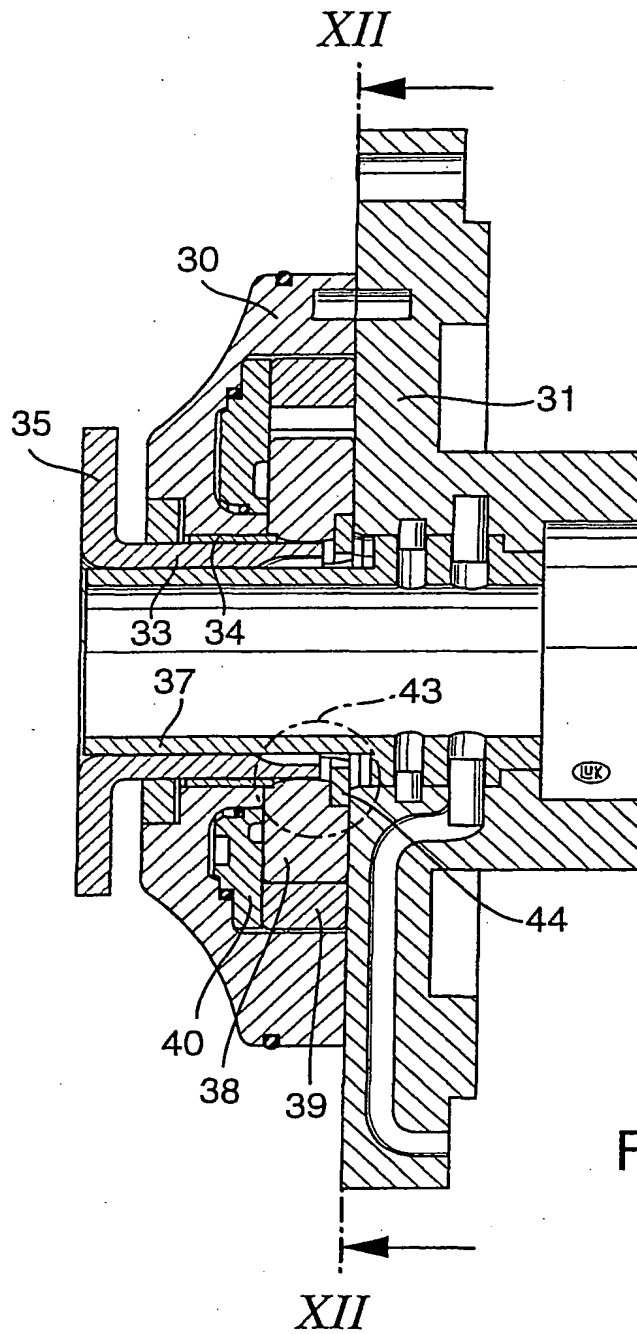


Fig. 9

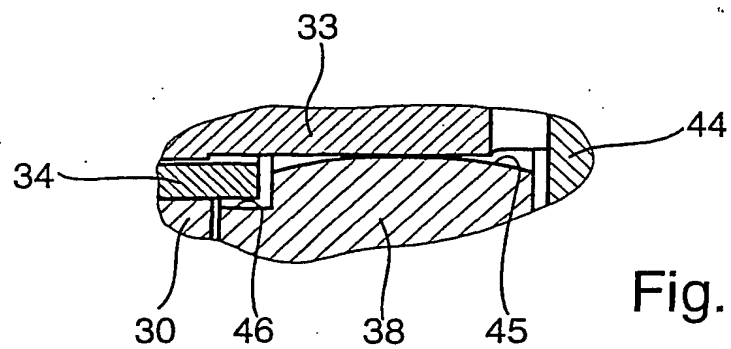
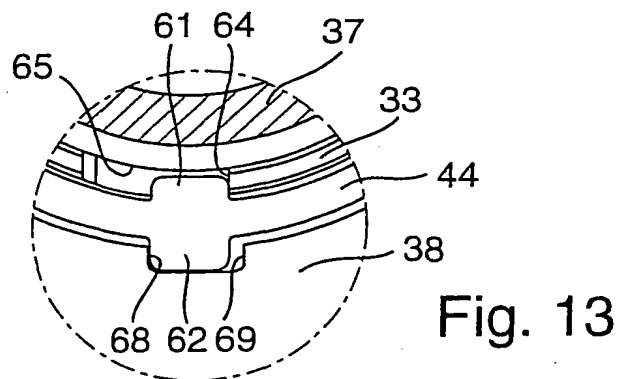
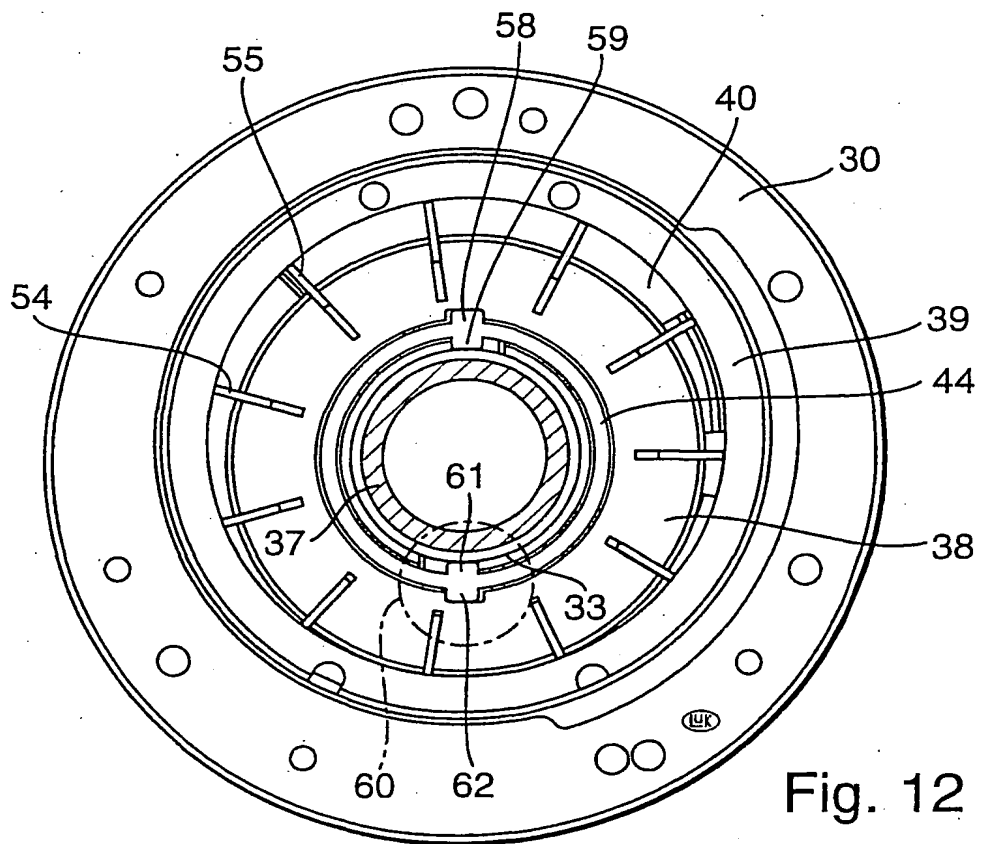
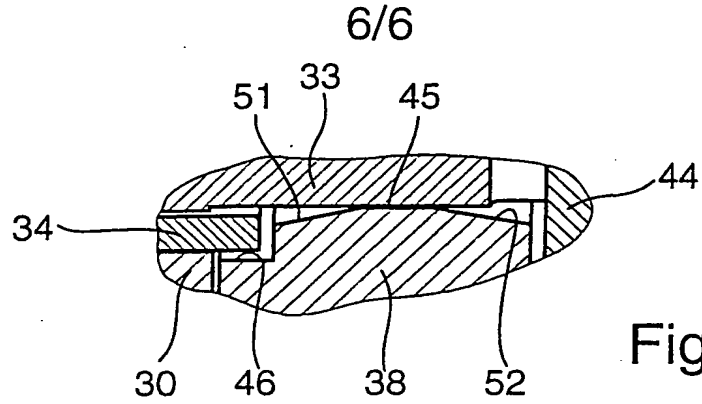


Fig. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

International Application No
PCT/DE 02/02038

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 112 625 A (LETO SALVATORE F) 3 December 1963 (1963-12-03) column 2, line 8 - line 16 figures 1-3	1-13
X	DE 298 16 675 U (M A T MALMEDIE ANTRIEBSTECHNIK) 17 December 1998 (1998-12-17)	1,2,8
A	page 2, line 22 - line 26 page 5, line 23 - line 33 figure 4	6
A	DE 199 06 625 A (MANNESMANN REXROTH AG) 16 November 2000 (2000-11-16) column 4, line 53 - line 68 figures 2,5	1-11,13, 17,18

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 August 2002

Date of mailing of the international search report

03/09/2002

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

J. Giráldez Sánchez

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02038

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US H1647 H (APPLEMAN WILLIAM M) 6 May 1997 (1997-05-06) abstract figures 1,2 ----	1-11, 13-15
A	US 2 539 821 A (EAMES WALTER R) 30 January 1951 (1951-01-30) column 1, line 1 - line 16 column 1, line 42 - line 44 figures 1,2 ----	1-4, 9-13
A	EP 0 919 740 A (MOTOVARIO S P A) 2 June 1999 (1999-06-02) figure 3 abstract paragraphs '0020!', '0021! -----	16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/02038

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3112625	A	03-12-1963	NONE	
DE 29816675	U	17-12-1998	DE 29816675 U1	17-12-1998
DE 19906625	A	16-11-2000	DE 19906625 A1	16-11-2000
US H1647	H	06-05-1997	NONE	
US 2539821	A	30-01-1951	NONE	
EP 0919740	A	02-06-1999	IT MI972650 A1 EP 0919740 A1	28-05-1999 02-06-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)